



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

TOMOGRAFÍA CORNEAL EN PACIENTES INTERVENIDOS DE LASIK CON LÁSER DE FEMTOSEGUNDOS. ESTUDIO POST-OPERATORIO A LOS 3 Y 12 MESES.

ANA MARÍA LÁZARO CUESTA

DIRECTORES

Genís Cardona Torradeflot y Joan Pérez Corral

DEPARTAMENTO

Óptica y Optometría

21 de Junio de 2018



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

Los Srs. Genís Cardona Torradeflot y Joan Pérez Corral, como directores del trabajo,

CERTIFICAN

Que la Sra. Ana María Lázaro Cuesta ha realizado bajo su supervisión el trabajo *“Tomografía corneal en pacientes intervenidos de LASIK con láser de femtosegundos. Estudio post-operatorio a los 3 y 12 meses”*, que se recoge en esta memoria para optar al título de máster en Optometría y Ciencias de la Visión.

Y para que conste, firman este certificado.

Sr Genís Cardona Torradeflot

Sr Joan Pérez Corral

Director del TFM

Director del TFM

Terrassa, 21 de Junio de 2018



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

TOMOGRAFIA CORNEAL EN PACIENTS INTERVINGUTS AMB LÀSER DE FEMTOSEGONS. ESTUDI POST-OPERATORI ALS 3 I 12 MESOS.

RESUM

Propòsit: L'objectiu principal del present estudi és l'obtenció d'una caracterització de la còrnia post-LASIK als 3 i 12 mesos després de la cirurgia mesurant, mitjançant el Pentacam, els mateixos punts en els mapes corneals de curvatura, elevació i paquimetria. La intenció d'aquest estudi és valorar no només la zona central de la còrnia sinó també la zona perifèrica, recollint dades topogràfiques tant al llarg del meridià horitzontal com del vertical.

Mètodes: Es van analitzar de forma retrospectiva cinquanta ulls de 25 pacients (10 homes i 15 dones), que es van sotmetre sense complicacions a la tècnica quirúrgica LASIK amb la finalitat de corregir la seva miopia. Els subjectes inclosos en l'estudi havien d'estar operats de cirurgia LASIK amb làser de femtosegons, amb dades topogràfiques després de la cirurgia als 3 i 12 mesos, obtingudes amb Pentacam. Es van generar i exportar els arxius topogràfics en format Excel corresponents a les dades dels mapes de curvatura anterior i posterior, elevació anterior i posterior i paquimetria, recollint dades tant en el meridià horitzontal i vertical, sobre una zona central de 8 mm de diàmetre en passos d'1 mm (4 mm cap a zona nasal, temporal, superior i inferior des del àpex corneal).

Resultats: El promig d'edat va ser de 32.32 ± 5.34 anys, amb un rang de 23 a 42 anys. El promig d'equivalent esfèric (EE) de la refracció pre-operatòria va ser de $-4.29 \text{ D} \pm 0.86$, amb un rang comprès entre -2.25 D i -6.38 D . L'agudesia visual (AV) als 3 mesos va ser de $-0.02 \text{ logMAR} \pm 0.09$ i als 12 mesos de $-0.02 \text{ logMAR} \pm 0.1$, sense diferències estadístiques entre els dos valors ($p = 0.622$). En curvatura anterior hi ha una lleugera tendència a la protrusió de la cara anterior de la còrnia, sent major a la zona central que a la perifèrica, amb diferències estadísticament significatives ($p < 0.001$); per contra, en la curvatura posterior es produeix un lleuger aplanament dels radis, també amb diferències estadísticament significatives. Els valors paquimètrics responen a un patró molt clar: es produeix un engrossiment de la zona central de la còrnia i cap a la perifèria s'observa un apriament progressiu.

Conclusions: En pacients operats de LASIK amb femtosegons observem una aplanació de la curvatura posterior de la còrnia, encara que seria necessari un estudi amb una projecció temporal superior a l'any, utilitzada en aquest estudi, per confirmar els resultats; i d'altra banda no hi ha canvis significatius, clínicament parlant, a nivell de curvatura posterior a la zona central entre els 3 i els 12 mesos.

Paraules Claus: còrnia, làser de femtosegons, LASIK, miopia, Pentacam, regressió.



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

TOMOGRAFÍA CORNEAL EN PACIENTES INTERVENIDOS CON LÁSER DE FEMTOSEGUNDOS. ESTUDIO POST-OPERATORIO A LOS 3 Y 12 MESES.

RESUMEN

Propósito: El objetivo principal del presente estudio es la obtención de una caracterización de la córnea post-LASIK a los 3 y 12 meses tras la cirugía midiendo, mediante el Pentacam, los mismos puntos en los mapas corneales de curvatura, elevación y paquimetría. La intención de este estudio es valorar no solo la zona central de la córnea sino también la zona periférica, recogiendo datos topográficos tanto a lo largo del meridiano horizontal como del vertical.

Métodos: Se analizaron de forma retrospectiva cincuenta ojos de 25 pacientes (10 hombres y 15 mujeres), que se sometieron sin complicaciones a la técnica quirúrgica LASIK con la finalidad de corregir su miopía. Los sujetos incluidos en el estudio, debían estar operados de cirugía LASIK mediante láser de femtosegundos, con datos topográficos tras la cirugía a los 3 y 12 meses, obtenidos con Pentacam. Se generaron y exportaron los archivos topográficos en formato Excel correspondientes a los datos de los mapas de curvatura anterior y posterior, elevación anterior y posterior y paquimetría, recogiendo datos en el meridiano horizontal y vertical, sobre una zona central de 8 mm de diámetro en pasos de 1 mm (4 mm hacia zona nasal, temporal, superior e inferior desde el ápex corneal).

Resultados: El promedio de edad fue de $32.32 \text{ años} \pm 5.34$, con un rango de 23 a 42 años. El promedio de equivalente esférico (EE) de la refracción pre-operatoria fue de $-4.29 \text{ D} \pm 0.86$, con un rango comprendido entre -2.25 D y -6.38 D . La agudeza visual (AV) a los 3 meses fue de $-0.02 \text{ logMAR} \pm 0.09$ y a los 12 meses de $-0.02 \text{ logMAR} \pm 0.1$, sin diferencias estadísticas entre ambos valores ($p = 0.622$). En curvatura anterior existe una ligera tendencia a la protrusión de la cara anterior de la córnea, siendo mayor en la zona central que en la periférica, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$); por el contrario, en la curvatura posterior se produce un ligero aplanamiento de los radios, también con diferencias estadísticamente significativas. Los valores paquimétricos responden a un patrón muy claro: se produce un engrosamiento de la zona central de la córnea y hacia la periferia se observa un adelgazamiento progresivo.

Conclusiones: En pacientes operados de LASIK con femtosegundos se observa una aplanación de la curvatura posterior de la córnea, aunque sería necesario un estudio con una proyección temporal superior al año, utilizado en este trabajo, para confirmar los resultados; y por otro lado no existen cambios significativos, clínicamente hablando, a nivel de curvatura posterior en la zona central, entre los 3 y los 12 meses.

Palabras clave: córnea, laser de femtosegundos, LASIK, miopía, Pentacam, regresión.



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

CORNEAL TOMOGRAPHY IN PATIENTS FOLLOWING LASIK WITH FEMTOSECOND LASER. POST-OPERATIVE STUDY AT 3 AND 12 MONTHS

SUMMARY

Purpose: The main objective of this study was to obtain a characterization of the post-LASIK cornea at 3 and 12 months after surgery, as measured with the Pentacam at the same points on the curvature, elevation and pachymetry corneal maps. The purpose of this study was to evaluate not only the central area of the cornea but also the peripheral zone, collecting topographic data along the horizontal and vertical meridians.

Methods: Fifty eyes of 25 patients (10 men and 15 women) were analyzed retrospectively. Patients were subjected without complications to the LASIK surgical technique in order to correct myopia. Subjects included in the study were to be operated with LASK laser surgery with femtoseconds, with topographic data available after 3 and 12 months following surgery, measured with the Pentacam. The topographic files in Excel format corresponding to the data of the anterior and posterior curvature maps, previous and posterior elevations and pachymetry were generated and exported, collecting data along the horizontal and vertical meridians, over a central area of 8 mm in diameter in steps of 1 mm (4 mm towards the nasal, temporary, upper and lower areas from the corneal apex).

Results: The mean age was 32.32 years \pm 5.34, with a range of 23 to 42 years. The mean spherical equivalent (EE) of preoperative refraction was -4.29 D \pm 0.86, with a range between -2.25 D and -6.38 D. The visual acuity (AV) at 3 months was -0.02 logMAR \pm 0.09 and at 12 months of -0.02 logMAR \pm 0.1, without statistical differences between the two values ($p = 0.622$). In anterior curvature there is a slight tendency to obtain smaller radii at 12 months, with differences being greater in the central zone than in the periphery, with statistically significant differences ($p < 0.001$); on the contrary, in posterior curvature there is a slight flattening of the radii, also with statistically significant differences. The paquimetric values respond to a very clear pattern: there is a thickening of the central area of the cornea and towards the periphery a progressive thinning occurs.

Conclusions: Following LASIK for myopia, we observed an aplanation of the posterior curvature of the cornea, although a study with a temporary projection greater than the year used in this study would be necessary to confirm these findings; and on the other hand there are no significant changes, clinically speaking, in terms of posterior curvature in the central zone between 3 and 12 months.

Key Words: cornea, femtosecond laser, LASIK, myopia, Pentacam, regression

Este trabajo está presentado en formato artículo, siguiendo las instrucciones recomendadas para los autores en la revista *Contact Lens and Anterior Eye*.

<https://www.elsevier.com/journals/contact-lens-and-anterior-eye/1367-0484/guide-for-authors>

Se trata de un estudio complementario al presentado por la compañera Ana Castro, en el que examinan los mismos pacientes en puntos temporales distintos tras la intervención.



APRIL 2018 VOLUME 41 NUMBER 2 ISSN 1367-0484

contactlens & ANTERIOR EYE

The Journal of the British Contact Lens Association

IN THIS ISSUE

- Eyelids and tears in CL discomfort
- Dry eye and MGD
- Glare and multifocal CLs
- Bandage CLs after LASIK
- Survey of CL complications in China
- Scleral shape in fitting of scleral CLs

ScienceDirect

BCLA
British Contact Lens Association

Tomografía corneal en pacientes intervenidos de LASIK con láser de femtosegundos. Estudio post-operatorio a los 3 y 12 meses

Resumen

Propósito: El objetivo principal del presente estudio es la obtención de una caracterización de la córnea post-LASIK a los 3 y 12 meses tras la cirugía midiendo, mediante el Pentacam, los mismos puntos en los mapas corneales de curvatura, elevación y paquimetría. La intención de este estudio es valorar no solo la zona central de la córnea sino también la zona periférica, recogiendo datos topográficos tanto a lo largo del meridiano horizontal como del vertical.

Métodos: Se analizaron de forma retrospectiva cincuenta ojos de 25 pacientes (10 hombres y 15 mujeres), que se sometieron sin complicaciones a la técnica quirúrgica LASIK con la finalidad de corregir su miopía. Los sujetos incluidos en el estudio, debían estar operados de cirugía LASIK mediante láser de femtosegundos, con datos topográficos tras la cirugía a los 3 y 12 meses, obtenidos con Pentacam. Se generaron y exportaron los archivos topográficos en formato Excel correspondientes a los datos de los mapas de curvatura anterior y posterior, elevación anterior y posterior y paquimetría, recogiendo datos en el meridiano horizontal y vertical, sobre una zona central de 8 mm de diámetro en pasos de 1 mm (4 mm hacia zona nasal, temporal, superior e inferior desde el ápex corneal).

Resultados: El promedio de edad fue de 32.32 años \pm 5.34, con un rango de 23 a 42 años. El promedio de equivalente esférico (EE) de la refracción pre-operatoria fue de -4.29 D \pm 0.86, con un rango comprendido entre -2.25 D y -6.38 D. La agudeza visual (AV) a los 3 meses fue de -0.02 logMAR \pm 0.09 y a los 12 meses de -0.02 logMAR \pm 0.1, sin diferencias estadísticas entre ambos valores ($p = 0.622$). En curvatura anterior existe una ligera tendencia a la protrusión de la cara anterior de la córnea, siendo mayor en la zona central que en la periférica, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$); por el contrario, en la curvatura posterior se produce un ligero aplanamiento de los radios, también con diferencias estadísticamente significativas. Los valores paquimétricos responden a un patrón muy claro: se produce un engrosamiento de la zona central de la córnea y hacia la periferia se observa un adelgazamiento progresivo.

Conclusiones: En pacientes operados de LASIK con femtosegundos se observa una aplanación de la curvatura posterior de la córnea, aunque sería necesario un estudio con una proyección temporal superior al año, utilizado en este trabajo, para confirmar los resultados; y por otro lado no existen cambios significativos, clínicamente hablando, a nivel de curvatura posterior en la zona central, entre los 3 y los 12 meses.

Palabras clave: Córnea; Laser de Femtosegundo; LASIK; Miopía; Pentacam; Regresión

INTRODUCCIÓN

Los defectos refractivos son considerados la segunda causa de discapacidad visual a nivel mundial [1]. La miopía es sin duda el problema visual con mayor prevalencia, calculándose que aproximadamente 1.600 millones de personas en todo el mundo la padecen, lo que representa más de la cuarta parte de la población, siendo su prevalencia en la población española de aproximadamente un 20 a un 30%, según el grupo de edad analizado [2]. En las últimas décadas ha crecido la preocupación por el aumento de la incidencia y progresión de la miopía en el mundo. Así, la comunidad científica está de acuerdo en que existe una tendencia evidente al aumento de la miopía, debido principalmente a factores ambientales [3].

A través de los años se han desarrollado numerosas alternativas quirúrgicas para el tratamiento de la miopía, astigmatismo e hipermetropía. La **cirugía refractiva** es una subespecialidad de la oftalmología que engloba diferentes tipos de procedimientos quirúrgicos (incisionales, fotoablativos y lenticulares). En años recientes se ha desarrollado ampliamente la cirugía con Láser Excimer, de superficie (PRK, LASEK y epi-LASIK) y lamelar (LASIK), que produce la corrección de los defectos de refracción del ojo humano con extraordinarios resultados a nivel mundial, liberando en gran medida a las personas amétropes de llevar lentes de contacto o gafas graduadas, y mejorando así su calidad de vida.

El **LASIK (Laser-Assisted in Situ Keratomileusis)** es una técnica quirúrgica que consiste en la creación de un *flap* corneal seguida de la fotoablación estromal. Para realizar el *flap* se utiliza un microqueratomo. El modelo de microqueratomo comúnmente empleado es mecánico, y fue desarrollado por Barraquer en 1958, y desde entonces hasta ahora ha ido evolucionando y se han ido obteniendo mejores resultados en su uso. Sin embargo, las complicaciones intraoperatorias específicas del microqueratomo mecánico incluyen aquellas relacionadas con el *flap*: *flap* libre, incompleto, delgado, *buttonholes*, descentramiento, desplazamiento y defectos epiteliales [4]. Hace unos años se desarrolló la técnica de realizar el *flap* mediante **Láser de Femtosegundo**, con lo que ha habido una reducción potencial en el número de complicaciones quirúrgicas [5,6].

La cirugía lamelar presenta una recuperación visual más rápida, con mínimos o nulos síntomas de discomfort post operatorio en comparación con la ablación de superficie [7,8]. Sin embargo, se acompaña con más frecuencia de complicaciones severas, incluyendo problemas relacionados con el *flap* y ectasia corneal [9,10], además de regresión y opacidad en el estroma corneal, entre otros. Por su parte, la **disfunción lagrimal** es la complicación más frecuente por ruptura de los nervios corneales cuando se realiza el *flap* con el microqueratomo. Igualmente, los defectos epiteliales, como la **queratitis punteada** superficial, pueden ser producidos por el uso excesivo de anestésicos tópicos previos a la intervención. El crecimiento epitelial anormal sobre el eje visual puede dar origen a signos de cicatrización corneal, generando como respuesta opacidades, especialmente en ablaciones profundas necesarias en ametropías altas: esto podría ocurrir en un 1-2% de pacientes con miopía alta. Asimismo, las **microestrías** son relativamente frecuentes en ametropías altas.

La **regresión** [11] que puede aparecer después de la cirugía refractiva se atribuye a la hiperplasia epitelial y remodelación del estroma condicionada a la variabilidad genética, la magnitud de la respuesta

inflamatoria, la profundidad y diámetro de la ablación, la refracción preoperatoria y el espesor del *flap*. Las miopías entre 1.00 y 7.00 D se logran estabilizar entre los 6 a 12 meses. Los pacientes con miopías superiores pueden sufrir regresiones aún pasados los 12 meses, debido a procesos de hiperplasia epitelial y/o regeneración estromal, dando lugar a un aumento de la curvatura corneal. En astigmatismos miópicos se ha evidenciado reincidencia del astigmatismo de hasta -0.50 D después de un año de postoperatorio. Comparaciones de regresión de miopía en pacientes intervenidos con LASIK a través de la técnica de femtosegundo y con microqueratomo evidencian mayor probabilidad de regresión con microqueratomo, 12 meses después de la intervención.

La **ectasia corneal** se define como el desplazamiento anterior de la córnea, con un tiempo estimado de aparición de 12 a 24 meses después del procedimiento quirúrgico. Su etiología puede deberse a miopías altas, ablaciones profundas que generan un lecho estromal inadecuado y entrecruzamiento anormal de las láminas de colágeno, con adherencia alterada asociada a un aumento de la actividad y degradación enzimática anormal. Es una complicación poco frecuente, pero con importante compromiso visual y difícil manejo. Varios estudios han atribuido la causa a un reducido espesor corneal residual, concluyendo que para disminuir el riesgo se estima que se debería dejar un lecho estromal de 250 μm , o del 50% del grosor total original [12]. Asimismo, se indica que un incremento de la condición entre los 3 y 15 meses tras la intervención puede ser atribuida a una forma frustra de ectasia, mientras que las detectadas después de los 15 meses podrían deberse a una inestabilidad biomecánica de la córnea, secundaria a una ablación excesiva.

Las complicaciones relacionadas con el láser pueden ser secundarias a una ablación inapropiada, descentramiento o registro inapropiado de la ablación. El descentramiento que se ocasiona por una mala alineación al realizar la ablación fuera del eje visual puede ocasionar resplandores, halos, disminución de la mejor agudeza visual corregida, así como diplopía monocular. Un desplazamiento mayor de 1 mm se considera clínicamente significativo, pero un descentramiento de solo 0.5 mm potencialmente ya puede afectar al resultado visual [13].

La **topografía corneal** es el método más comúnmente utilizado para estudiar los parámetros de la córnea antes de la intervención y para valorar los cambios producidos en ella tras la realización de cirugía refractiva, así como para la obtención de la potencia total corneal en el caso de cirugía de cataratas en pacientes previamente intervenidos de cirugía refractiva. El tipo de topografía corneal nos permite analizar más o menos puntos y zonas de la córnea dependiendo del tipo de instrumento. Así, los instrumentos basados en disco de plácido solo permiten evaluar la cara anterior mientras que los que utilizan técnicas de imagen basadas en Scheimpflug, como el Pentacam, pueden valorar tanto cara anterior como posterior. Esto es de gran relevancia en pacientes post-LASIK, puesto que muchos estudios mencionan una protrusión de la superficie posterior de la córnea como el origen de la regresión miópica y de la ectasia iatrogénica mencionadas anteriormente [14]. Los instrumentos basados en la técnica de Scheimpflug normalmente se conocen como tomógrafos corneales.

Los principales parámetros que se valoran en diferentes estudios [15,16] que se centran en los cambios corneales posteriores a una intervención de cirugía refractiva LASIK son la queratometría simulada

(total), el espesor del centro de la córnea, la elevación posterior tanto en las zonas centrales como periféricas hasta 3-3.5 mm del ápex corneal en zona superior, inferior, nasal y temporal, la esfera de mejor ajuste (BFS) y la profundidad de la cámara anterior en el punto central y el más delgado de la córnea.

El objetivo principal del presente estudio es la obtención de una caracterización de la córnea post-LASIK a los 3 y 12 meses tras la cirugía explorando, mediante el Pentacam, los mismos puntos en los mapas corneales de curvatura, elevación y paquimetría. La intención de este estudio es valorar no solo la zona central de la córnea sino también la zona periférica, recogiendo datos topográficos tanto a lo largo del meridiano horizontal como del vertical, sobre una zona central de 8 mm de diámetro en pasos de 1 mm (4 mm hacia zona nasal, temporal, superior e inferior desde el centro).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio en pacientes operados de cirugía refractiva laser mediante la técnica de femtosegundos para el análisis de los cambios corneales tras la intervención, en el que se buscaba una correcta caracterización de la córnea post-LASIK mediante la cámara rotatoria de Scheimpflug (Pentacam).

Sujetos

Los sujetos seleccionados proceden de la base de datos del ICR “Institut Català de la Retina” (Barcelona) y el trabajo se engloba dentro del marco de investigación de un proyecto mayor. Se analizaron de forma retrospectiva cincuenta ojos de 25 pacientes no consecutivos (10 hombres y 15 mujeres), que se sometieron sin complicaciones a la técnica quirúrgica LASIK con la finalidad de corregir su miopía. La media de edad fue de 32.5 años (rango entre 23 y 42 años). La refracción previa de los sujetos estuvo comprendida entre miopías de -1.75 D a -6.25 D y astigmatismos hasta -3.00 D.

Los sujetos incluidos en el estudio debían estar operados de cirugía LASIK mediante láser de femtosegundos, con datos topográficos tras la cirugía a los 3 y 12 meses realizados con Pentacam. Los criterios de exclusión del estudio fueron pacientes hipermetropes, con monovisión, pseudofáquicos y con alteraciones en el segmento anterior ocasionadas por el *flap* corneal tras la intervención que pudiesen influir en la refracción y en la calidad visual.

Los participantes fueron individuos que cumplieron con los criterios estándar para la cirugía refractiva con láser y firmaron el consentimiento informado a dicha intervención. Todos los sujetos fueron tratados de acuerdo con la Declaración de Helsinki.

Instrumentos

El dispositivo Pentacam (Oculus Inc., Wetzlar, Alemania) comprende una cámara rotatoria de Scheimpflug y una hendidura con luz de longitud de onda corta que obtiene la medida de la topografía y elevación de la cara anterior y posterior de la córnea, paquimetría corneal, ángulo de cámara anterior,

profundidad de la cámara y volumen, medida blanco - blanco, opacidad de la córnea y del cristalino y otros parámetros, mediante una exploración de 2 segundos. La longitud de onda es de 475 nm (luz azul que emite el láser diodo) y explora un total de 25.000 puntos, si bien el tiempo total de exploración y los puntos analizados pueden variar según la versión del instrumento y del software utilizados.

Procedimiento

Los datos topográficos se tomaron de la historia clínica de los pacientes seleccionados para el estudio, a través de la aplicación de los criterios de exclusión e inclusión citados anteriormente.

Se generaron y exportaron los archivos topográficos en formato Excel correspondientes a los datos de los mapas de curvatura anterior y posterior, elevación anterior y posterior y paquimetría. También se tuvo en cuenta el sexo, la edad, la graduación preoperatoria y la agudeza visual post-quirúrgica. Toda la información se recogió en una base de datos en Microsoft Excel a fin de facilitar el trabajo, y el análisis estadístico.

Para la exploración detallada y normalizada de la córnea se definió un sistema de coordenadas cartesianas (**Figura 1**), tomando el centro de la córnea como origen de coordenadas. Así, para cada mapa exportado se analizarían los puntos situados en el ápex corneal y la periferia de 1 a 4 mm, en pasos de 1 mm, desde el ápex, en posición superior, inferior, nasal y temporal. Se obtiene, pues, un total de 17 datos por cada uno de los mapas topográficos, asegurando, con este método, que se explora y compara exactamente siempre los mismos puntos en la córnea del paciente, a los 3 meses y al año.

Análisis de datos

Para la realización del análisis estadístico de los datos, se utilizó el programa Statistical Package for the Social Sciences versión 17 (SPSS Inc, Chicago, USA).

La normalidad de los datos se evaluó con el test de Kolmogorov-Smirnov, que evidenció que, en su mayoría, los datos presentaban una distribución normal. Por ese motivo, en el análisis descriptivo de los mismos se indicará el promedio y la desviación estándar (SD) y la estadística inferencial se realizará mediante test paramétricos.

A continuación, la prueba t-Student pareada se utilizó para la comparación entre los mismos puntos topográficos en los mapas de curvatura anterior y posterior, y en los de paquimetría a los 3 y los 12 meses, donde un valor $P < 0.05$ fue considerado estadísticamente significativo. Para determinar la diferencia entre los 3 y los 12 meses se restaron los valores, punto a punto (12-3 meses).

Por último, la correlación de Pearson (coeficiente "r"), se utilizó para el análisis de correlación entre las diferencias existentes entre los valores a los 3 meses y a los 12 meses en los mismos mapas y posición de medida y el equivalente esférico de la refracción previa a la cirugía refractiva. La finalidad de este análisis era comprobar si a mayor equivalente esférico pre-quirúrgico, es decir, a mayor ablación, existían

mayores cambios entre los valores de curvatura y paquimetría a los 12 meses, comparados con los 3 meses.

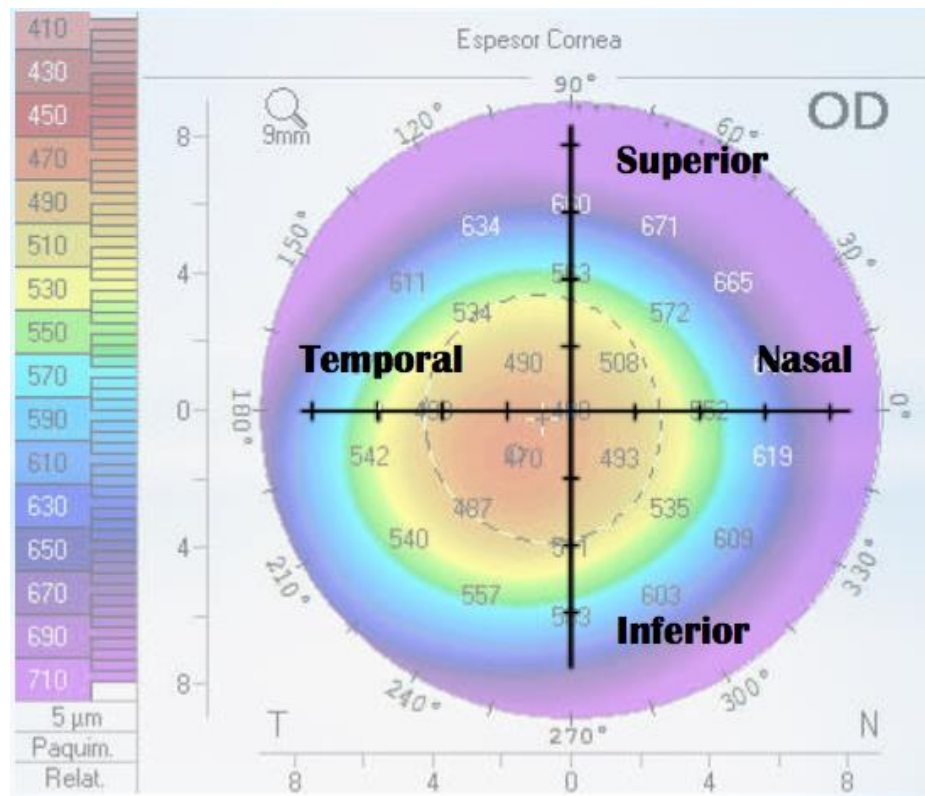


Figura 1. Sistema de coordenadas cartesianas utilizadas para la toma de datos topográficos del mapa de espesor corneal de un paciente operado a los 3 meses de LASIK, en el que el centro geométrico de la córnea coincide con el origen de coordenadas.

RESULTADOS

En total 50 ojos de 25 pacientes (40% hombres y 60% mujeres) fueron examinados mediante Pentacam. El promedio de edad fue de $32.32 \text{ años} \pm 5.34$, con un rango de 23 a 42 años. El promedio de equivalente esférico (EE) de la refracción pre-operatoria fue de $-4.29 \text{ D} \pm 0.86$, con un rango comprendido entre -2.25 D y -6.38 D . La agudeza visual (AV) a los 3 meses fue de $-0.02 \text{ logMAR} \pm 0.09$ y a los 12 meses de $-0.02 \text{ logMAR} \pm 0.1$, sin diferencias estadísticas entre ambos valores ($p = 0.622$).

Para todos los puntos analizados los radios de curvatura posterior presentan unos radios más cerrados (valores inferiores) que los radios que se pueden encontrar para los mismos puntos en el mapa de curvatura anterior, como se esperaría dada la anatomía del ojo humano (**Tabla 1**). En los valores de elevación tanto anterior como posterior se observa un aumento de la elevación a partir del centro hacia la periferia, siendo los valores de elevación de cara posterior mayores a los de cara anterior. En último lugar, los valores paquimétricos también responden a las características propias del ojo humano en el que el centro corneal es más delgado que la zona periférica produciéndose un engrosamiento progresivo

desde el ápex (**Tabla 2**). Además, a las características naturales del ojo humano debemos sumar el efecto de la ablación láser, que repercute en un aplanamiento de las zonas centrales de la córnea, asociado a una reducción de su espesor.

Al realizar el análisis estadístico comparando los diferentes puntos en los mapas de curvatura anterior a los 3 y 12 meses, observamos que existen diferencias estadísticamente significativas, sobre todo en los puntos más próximos al centro hasta los 3 mm (exceptuando la zona nasal, que presenta diferencias en todos los puntos) y disminuyendo hacia la periferia: así, en los puntos que se encuentran a 4 mm no encontramos diferencias significativas. Por otro lado, al analizar los mapas de curvatura posterior encontramos que, en su gran mayoría, todos presentan importantes diferencias estadísticamente significativas entre los 3 y 12 meses ($p < 0.001$), a excepción del punto localizado a 2 mm del centro en la zona nasal. En último lugar, los mapas paquimétricos muestran que en la zona intermedia (entre 2 y 3 mm) no existen prácticamente diferencias estadísticamente significativas, a diferencia de la zona más periférica (4 mm) y la del centro.

Por lo que hace referencia a los cambios propiamente dichos, al observar los valores (negativos) de curvatura anterior podemos decir que existe una ligera tendencia a la protrusión de la cara anterior de la córnea (valores de radio más planos a los 3 meses que a los 12 meses), siendo mayor en la zona central que en la periférica; por el contrario, al fijarnos en la curvatura posterior podemos decir que se produce un ligero aplanamiento de la cara posterior de la córnea. Los valores paquimétricos, por su parte, responden a un patrón muy claro: se produce un engrosamiento de la zona central de la córnea (valores positivos) y a medida que nos alejamos podemos observar un adelgazamiento progresivo (valores negativos).

Posición de medida	Curvatura anterior (mm)				Curvatura posterior (mm)			
	3 m	12 m	Diferencia	p	3 m	12 m	Diferencia	p
<i>Central</i>	8.22 ± 0.28	8.16 ± 0.27	-0.06 ± 0.08	<0.001	6.39 ± 0.28	6.49 ± 0.29	0.1 ± 0.1	<0.001
<i>Superior 1 mm</i>	8.26 ± 0.28	8.22 ± 0.27	-0.04 ± 0.1	0.003	6.18 ± 0.32	6.26 ± 0.33	0.08 ± 0.14	<0.001
<i>Superior 2 mm</i>	8.31 ± 0.30	8.28 ± 0.29	-0.03 ± 0.06	0.001	6.05 ± 0.26	6.11 ± 0.28	0.06 ± 0.12	0.001
<i>Superior 3 mm</i>	8.17 ± 0.35	8.15 ± 0.34	-0.02 ± 0.07	0.050	6.15 ± 0.24	6.19 ± 0.25	0.04 ± 0.09	0.002
<i>Superior 4 mm</i>	7.94 ± 0.33	7.90 ± 0.33	-0.03 ± 0.13	0.115	6.61 ± 0.28	6.67 ± 0.30	0.05 ± 0.14	0.014
<i>Nasal 1 mm</i>	8.35 ± 0.27	8.27 ± 0.27	-0.08 ± 0.08	<0.001	6.44 ± 0.28	6.51 ± 0.28	0.07 ± 0.13	<0.001
<i>Nasal 2 mm</i>	8.41 ± 0.28	8.35 ± 0.27	-0.06 ± 0.06	<0.001	6.31 ± 0.27	6.33 ± 0.25	0.02 ± 0.11	0.338

<i>Nasal 3 mm</i>	8.26 ± 0.28	8.22 ± 0.27	-0.04 ± 0.05	<0.001	6.38 ± 0.25	6.41 ± 0.25	0.03 ± 0.06	0.002
<i>Nasal 4 mm</i>	8.10 ± 0.29	8.08 ± 0.28	-0.02 ± 0.05	0.014	6.53 ± 0.30	6.64 ± 0.29	0.1 ± 0.09	<0.001
<i>Inferior 1 mm</i>	8.23 ± 0.33	8.18 ± 0.33	-0.05 ± 0.1	<0.001	6.15 ± 0.28	6.22 ± 0.28	0.07 ± 0.12	<0.001
<i>Inferior 2 mm</i>	8.29 ± 0.33	8.25 ± 0.32	-0.04 ± 0.08	<0.001	6.13 ± 0.25	6.18 ± 0.27	0.05 ± 0.11	0.002
<i>Inferior 3 mm</i>	8.10 ± 0.32	8.07 ± 0.31	-0.03 ± 0.07	0.005	6.22 ± 0.26	6.27 ± 0.27	0.05 ± 0.08	<0.001
<i>Inferior 4 mm</i>	7.88 ± 0.33	7.87 ± 0.33	-0.01 ± 0.05	0.375	6.34 ± 0.28	6.41 ± 0.29	0.07 ± 0.08	<0.001
<i>Temporal 1 mm</i>	8.34 ± 0.30	8.29 ± 0.29	-0.05 ± 0.08	<0.001	6.42 ± 0.26	6.54 ± 0.30	0.12 ± 0.17	<0.001
<i>Temporal 2 mm</i>	8.40 ± 0.30	8.37 ± 0.30	-0.02 ± 0.06	0.011	6.27 ± 0.24	6.37 ± 0.27	0.1 ± 0.12	<0.001
<i>Temporal 3 mm</i>	8.25 ± 0.29	8.24 ± 0.29	-0.01 ± 0.06	0.089	6.37 ± 0.24	6.45 ± 0.26	0.08 ± 0.07	<0.001
<i>Temporal 4 mm</i>	8.09 ± 0.28	8.10 ± 0.29	0.01 ± 0.05	0.154	6.56 ± 0.27	6.64 ± 0.29	0.08 ± 0.09	<0.001

Tabla 1 Representación de los valores de curvatura anterior y posterior a los 3 y 12 meses de pacientes operados de LASIK con las diferencias entre ellos y la comparativa estadística del p valor.

	Elevación anterior (micras)		Elevación posterior (micras)		Paquimetría (micras)			
Posición de medida	3m	12m	3m	12m	3 m	12 m	Diferencia	p
<i>Central</i>	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.60 ± 0.93	0.48 ± 0.61	477.28 ± 34.82	483.72 ± 33.65	6.44 ± 7.48	<0.001
<i>Superior 1 mm</i>	60.50 ± 3.73	60.86 ± 3.04	85.80 ± 10.82	84.76 ± 10.12	496.70 ± 38.09	503.84 ± 39.79	7.14 ± 15.93	0.003
<i>Superior 2 mm</i>	244.40 ± 10.88	245.38 ± 9.88	345.46 ± 28.10	341.62 ± 26.77	552.94 ± 43.78	554.52 ± 43.25	1.58 ± 8.07	0.173
<i>Superior 3 mm</i>	563.18 ± 25.84	565.42 ± 23.97	804.86 ± 53.90	796.78 ± 50.83	647.06 ± 48.23	644.04 ± 46.29	-3.02 ± 12.02	0.082
<i>Superior 4 mm</i>	1049.26 ± 51.36	1053.69 ± 50.22	1468.70 ± 85.05	1454.18 ± 84.03	741.50 ± 52.79	732.69 ± 45.47	-8.35 ± 19.97	0.009
<i>Nasal 1 mm</i>	60.34 ± 2.90	61.06 ± 2.18	78.08 ± 11.48	77.86 ± 9.28	489.62 ± 36.63	495.26 ± 35.15	5.64 ± 7.74	<0.001
<i>Nasal 2 mm</i>	242.32 ± 8.97	244.80 ± 8.09	322.22 ± 25.74	321.38 ± 19.67	534.36 ± 40.93	537.58 ± 38.06	3.22 ± 8.44	0.01
<i>Nasal 3 mm</i>	557.36 ± 20.80	561.86 ± 18.85	754.32 ± 49.34	753.48 ± 40.12	611.22 ± 48.35	612.30 ± 43.21	1.08 ± 11.05	0.493
<i>Nasal 4 mm</i>	1033.28 ± 39.91	1041.42 ± 37.58	1404.68 ± 85.11	1395.38 ± 74.15	701.72 ± 57.36	696.10 ± 50.72	-5.62 ± 15.57	0.014
<i>Inferior 1 mm</i>	61.84 ± 3.71	62.22 ± 3.23	78.30 ± 10.45	77.12 ± 9.07	488.18 ± 32.78	493.24 ± 32.11	5.06 ± 8.66	<0.001

Inferior 2 mm	247.34 ± 11.58	249.78 ± 12.31	328.12 ± 24.35	324.28 ± 22.21	534.52 ± 31.18	535.92 ± 31.08	1.4 ± 10.69	0.359
Inferior 3 mm	568.82 ± 26.37	571.80 ± 24.91	769.54 ± 46.90	754.18 ± 70.45	611.94 ± 32.76	608.20 ± 32.38	-3.74 ± 15.46	0.094
Inferior 4 mm	1060.90 ± 52.24	1065.42 ± 50.20	1438.79 ± 88.45	1422.67 ± 88.85	696.58 ± 35.31	687.79 ± 37.40	-8.44 ± 20.34	0.005
Temporal 1 mm	60.64 ± 2.99	60.86 ± 2.70	78.58 ± 11.48	76 ± 10.15	489.70 ± 35.61	493.90 ± 34.61	4.2 ± 7.79	<0.001
Temporal 2 mm	243.28 ± 9.79	244.10 ± 9.69	324.44 ± 25.90	316.52 ± 22.26	535.30 ± 39.44	533.80 ± 38.54	-1.5 ± 9.36	0.262
Temporal 3 mm	559.06 ± 22.35	560.44 ± 22.27	759.32 ± 48.98	745.74 ± 46.91	613.80 ± 46.00	605.34 ± 43.95	-8.46 ± 12.8	<0.001
Temporal 4 mm	1036.68 ± 42.98	1038.92 ± 42.10	1410.12 ± 84.04	1380.58 ± 81.16	703.04 ± 55.35	686.58 ± 53.16	-16.46 ± 17.17	<0.001

Tabla 2 Representación de los valores de elevación anterior, posterior y paquimétricos a los 3 y 12 meses de pacientes operados de LASIK con las diferencias y la comparativa estadística del p valor de los valores de paquimetría.

El último análisis estadístico que se realiza es la correlación de Pearson entre el EE y las diferencias entre los valores a los 3 meses y a los 12 meses en los distintos mapas. El resultado fue que solo existe una correlación leve, con un valor de $r = 0.314$ ($p < 0.05$) entre el EE pre-operatorio y la diferencia entre los 3 y 12 meses en curvatura anterior a 1 mm temporal del ápex corneal (**Figura 2**). En el resto de puntos no existe correlación ($r < 0.3$).

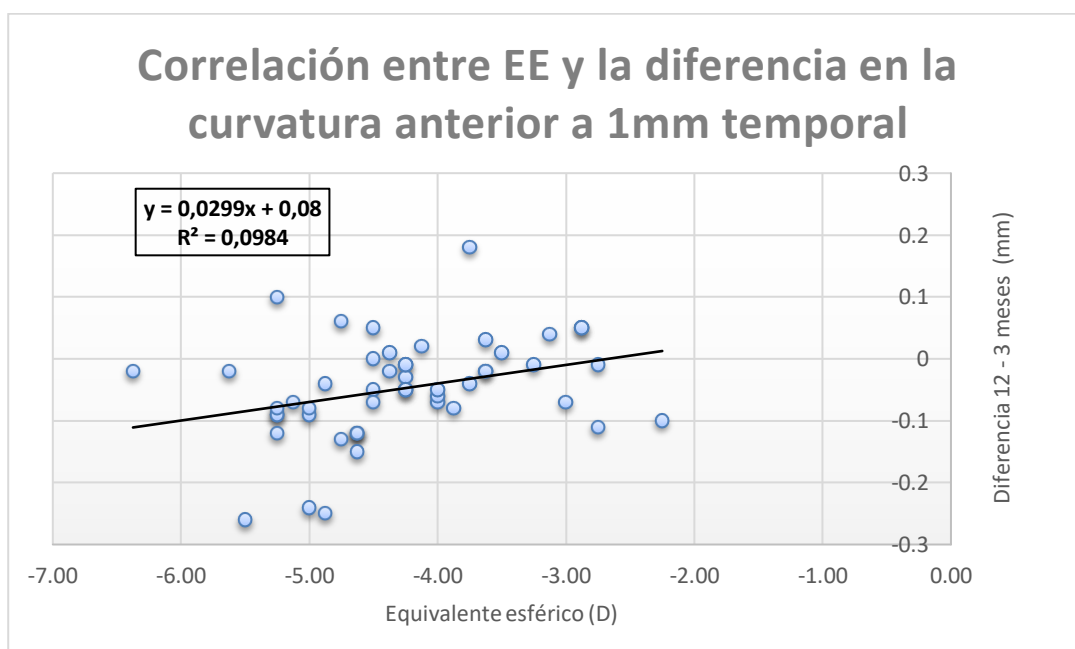


Figura 2 Correlación entre el equivalente esférico pre-operatorio y la diferencia entre los valores de curvatura anterior (12 meses – 3 meses) a 1 mm temporal del ápex corneal. Se muestra recta de regresión y valor del coeficiente de determinación.

DISCUSIÓN

Al buscar bibliografía se puede observar que muchos estudios previos han informado un desplazamiento hacia delante (protrusión) de la superficie posterior de la córnea después de una cirugía refractiva a partir de mediciones basadas en el sistema Orbscan. Martin y Rachidi [17], en un estudio en el que se evaluaba la estabilidad de la elevación posterior de la córnea a 1 mes, 6 meses y 1 año post-LASIK, concluyeron que existía un desplazamiento corneal posterior medido con Orbscan, con una tendencia diferente dependiendo del espesor de lecho estromal residual (< 250 micras, entre 250 y 300 micras y > 300 micras), y dependiente del tiempo, siendo mayor en una etapa temprana (sobre todo en corneas residuales < 250 micras) pero volviendo a los valores originales de curvatura posterior 12 meses después del LASIK y sin cambios significativos en la BFS anterior ni el grosor corneal central. En nuestro estudio no tenemos en cuenta los valores anteriores a la cirugía, pero sí se presenta una aplanación de la curvatura posterior de la córnea.

Grzybowski et al. [18] propusieron que el aumento post-operatorio en la elevación posterior después del LASIK está dominado por el movimiento periférico hacia atrás debido a la inflamación corneal periférica. Reinstein et al. [19] describieron un aumento en la inflamación periférica de 10 a 20 micras después del LASIK, que estaba en línea con el modelo de Grzybowski et al. Por estas razones, estos autores midieron el grosor corneal central y periférico para corroborar si la inflamación del estroma periférico cambiaba después del LASIK; el resultado que obtuvieron fue menor grosor corneal periférico sin diferencias significativas post-LASIK. Estos resultados sugieren que la inflamación corneal periférica no puede explicar el incremento de la curvatura posterior, aunque la remodelación biomecánica implica que los aspectos mecánicos podrían ser responsables del desplazamiento transitorio hacia delante de la superficie posterior de la córnea.

Sin embargo, debemos tener en cuenta que estos estudios se realizaron mediante el sistema Orbscan, los resultados del cual no son comparables con los del Pentacam. Así, se ha estado cuestionando la precisión del sistema Orbscan para estimar los cambios posteriores de la córnea, especialmente en pacientes post-operados. Estudios recientes, como el nuestro, han utilizado el Pentacam para estimar los cambios en la superficie posterior de la córnea en lugar del Orbscan. La fotografía rotativa Scheimpflug del Pentacam tiene un punto central común en todas las secciones, permite una mejor reconstrucción tridimensional y reduce el efecto del movimiento ocular, haciendo que sea un sistema más confiable y preciso para medir la superficie corneal posterior después de una cirugía refractiva, además de tener una buena repetitividad y reproducibilidad [20]. Los mapas topográficos de la cara posterior corneal que proporciona el sistema Orbscan no son tan precisos y la paquimetría suele estar sobrestimada 30 micras, comparada con la biometría ultrasónica. Además, en muchos de los estudios realizados con Orbscan y anteriores al uso de Pentacam, no se tenía en cuenta la importancia de dejar una cornea residual > 250 micras post-LASIK, requisito mínimo para realizar este tipo de intervención en la actualidad. Ciolino et al. [21] propusieron que la protrusión hacia delante de la superficie corneal posterior podría ser debida a una medición errónea de la elevación corneal posterior porque la córnea anterior es más fácil de evaluar (mediante la proyección de anillos de Plácido) y Orbscan trata los ajustes de la superficie anterior y posterior independientemente.

Al comparar los resultados de este estudio con otros realizados también con el sistema Pentacam, se puede observar que en su mayoría los resultados post-LASIK se comparan con grupos control no operados o con los valores anteriores a la intervención y centrándose mayormente o únicamente en la cara posterior corneal (importante en la detección temprana de posibles ectasias). También es difícil que el momento de la evaluación coincida, siendo muchos de los estudios al mes y a los 6 meses, o al mes y a los tres meses, o incluso a más largo tiempo.

Por ejemplo, Sun et al. [22] valoraron la estabilidad de la superficie posterior de la córnea post-LASIK al mes y a los 3 meses. Los examinadores llegaron a la conclusión que no existían diferencias significativas, asumiendo una cantidad clínicamente importante de protrusión posterior superior a 2.5 micras, que es la diferencia mínima detectable por los diferentes códigos de colores usados por el sistema Pentacam, y añadiendo el hecho de que la protrusión corneal es mayor en los estadios más recientes tras la intervención. Por otro lado, Dai et al [23] realizaron un estudio más prolongado en el tiempo, siendo el único hasta el momento que observa los cambios en la superficie posterior de la córnea pasados 10 años de la operación de LASIK. Este estudio, mediante Pentacam, evaluó puntos desde el centro hasta la periferia, analizando un diámetro total en pasos de 1 mm, a los 0°, 90°, 180° y 270° (1 mm menos estudiado que en nuestro estudio). Las conclusiones del estudio muestran que la superficie corneal posterior tiende a mostrar signos de aplanamiento central y engrosamiento periférico 10 años después de la cirugía LASIK miópica en comparación con la de los ojos miopes no operados.

Como ya hemos comentado anteriormente, las comparativas en los estudios no se realizan solo entre los valores post-operatorios, pero aun así en el estudio que se ha realizado también se encuentra un aplanamiento de la superficie de la cara posterior de la córnea, sin presentar engrosamiento de la periferia, pero como solo se ha evaluado hasta los 12 meses y no existen otros estudios que hayan realizado una evaluación a tanta proyección en el tiempo mediante el mismo sistema topográfico, no podemos hacer otras comparativas.

En la mayoría de los resultados estadísticos realizados se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa, pero al tratarse de un estudio clínico es necesario observar si estas diferencias encontradas son clínicamente significativas y suponen una repercusión real en la biomecánica ocular. Las diferencias en curvatura anterior son clínicamente significativas en los 4 mm de diámetro de la zona central, ya que una diferencia de 0.05 mm corresponde a un cambio dióptrico de 0.25 D; en la curvatura posterior encontramos diferencias > 0.05 mm en la mayoría de los puntos evaluados, si bien en esta cara de la córnea la relación de $0.05 \text{ mm} = 0.25 \text{ D}$ no se mantiene, al ser el índice corneal próximo al del humor acuoso. Por otro lado, el grosor medio de córnea que ablaciona el láser para eliminar una dioptría de miopía es de 10-12 micras; si la graduación se trata en intervalos de 0.25 dioptrías, que corresponden al extremadamente fino grosor de 3 micras, podemos decir que en la zona central las diferencias en los valores de espesor corneal no son clínicamente significativos, al ser igual o menores a 3 micras. En cambio, hacia la periferia se podría hablar de diferencias clínicamente significativas, al superar las 3 micras de diferencia entre los 3 y los 12 meses, siendo en la zona temporal donde se llegaría a un adelgazamiento de hasta 16 micras (>1.00 D), aunque tenemos que tener en cuenta que el Pentacam no es tan preciso al analizar la zona periférica como la central. [24]

Algunas de las limitaciones que encontramos en este estudio aparecen al intentar relacionar los resultados obtenidos con otros estudios previos, siendo uno de los problemas el tiempo entre toma de medidas tras la cirugía LASIK: muchos de los estudios las realizan en intervalos muy diferentes; tampoco el sistema utilizado es el mismo (Orbscan y Pentacam); en otros muchos estudios, o no se especifica, o no se ha realizado la cirugía refractiva con láser de femtosegundos, con lo que podría dar lugar a posibles variaciones por el método de realización del *flap* corneal. Finalmente, las comparaciones no son exclusivamente entre los mapas post-LASIK sino con grupos de pacientes no operados o datos pre-LASIK. En general estos puntos serían limitaciones para la comparación con la literatura, pero intrínsecas a este estudio encontramos que los valores topográficos de elevación anterior y posterior a los 3 y 12 meses no son comparables ya que no se utilizó una esfera de referencia común (BFS) para la obtención de valores en las 2 mediciones, sino que, en el momento de exportar los datos en formato Excel, el software del Pentacam referencia las medidas respecto a una línea perpendicular al eje visual, tangente al ápex corneal, y desde esa línea se mide la distancia a los diferentes puntos de la córnea. Por esa razón, la elevación del punto central en cara anterior siempre es igual a cero y en los puntos más periféricos la elevación es del orden de las 1000 micras. Dado que el ápex no puede ser distinto entre mapas, no es válida una comparación directa entre ellos sin un proceso previo de normalización de las medidas.

CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que llegamos con este estudio, y que coinciden con otros estudios, es la aparente aplanación de la curvatura posterior de la córnea, que podría ser mayor en un intervalo de tiempo mayor, aunque sería necesario un estudio con una proyección temporal superior para confirmarlo. Asimismo, no existen cambios significativos, clínicamente hablando, a nivel de curvatura posterior en la zona central, entre los 3 y los 12 meses.

También sería interesante la protocolización o estandarización de este tipo de estudios, ya que existe una gran variabilidad en la metodología al explorar los cambios que se dan en la córnea de pacientes post-operados de LASIK: tiempo en las medidas, tipo de técnica o láser utilizado (microqueratomo o láser de femtosegundos), instrumentación para la obtención de los mapas paquimétricos y estudio de la cara posterior de la córnea, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rey DV, Álvarez C, Moreno J. Prevalencia y factores asociados a miopía en jóvenes. Revista Mexicana de Oftalmología 2017; 91(5): 223-8.
2. Montes R, Ferrer T. Distribution of refractive errors in Spain. Documenta Ophthalmologica 2000; 101: 25-33.
3. Jorge J, Gonzalez JM, Villa C. Lentes de contacto y progresión de la miopía. Revista Española de Contactología 2006; 13: 17-32.
4. Lui MM, Silas MA, Fugishima H. Complications of photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. Journal of Refractive Surgery 2003; 19(2): 247-9.

5. Kezirian GM, Stonecipher KG. Comparison of the Intra-Lase femtosecond laser and mechanical keratomes for laser in situ keratomileusis. *Journal of Cataract & Refractive Surgery* 2004; 30(8): 804-11.
6. Ortiz D, Alió JL, Piñero D. Measurement of corneal curvature change after mechanical laser in situ keratomileusis flap creation and femtosecond laser flap creation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery* 2008; 34(2): 238-42.
7. Hersch, PS, et al. Photorefractive keratectomy versus laser in situ keratomileusis for moderate to high myopia. A randomized prospective study. *Ophthalmology* 1998; 105(8): 1512-23.
8. Pineda FA, Jaramillo MJ, Jaramillo MM. Comparison of photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis for myopia of -6 D or less using the Nidek EC-5000 Laser. *Journal of Refractive Surgery* 2000; 16: 711-5.
9. Seiler T, Koufala K, Richter G. Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis. *Journal of Refractive Surgery* 1998; 14(3): 312-7.
10. Lin RT, Maloney RK. Flap complications associated with lamellar refractive surgery. *American Journal of Ophthalmology* 1999; 127(2): 129-36.
11. Rodríguez DV. Reincidencia de ametropías después de cirugía refractiva con excimer láser. *Revista Salud Bosque* 2015; 3(1): 49-58.
12. Kim TH, Lee D, Lee HI. The safety of 250 microm residual stromal bed in preventing keratectasia after laser in situ keratomileusis (LASIK). *Journal of Korean Medical Science* 2007; 22: 142-5.
13. Ou JI, Manche EE. Topographic Centration of Ablation After LASIK for Myopia Using the CustomVue VISX S4 Excimer Laser. *Journal of Refractive Surgery* 2007; 23(2): 193-7.
14. Pallikaris IG, Kymionis GD, Astyrakakis NI. Corneal ectasia induced by laser in situ keratomileusis. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2001; 27: 1796-802.
15. Li H, Chen M, Tian L, Li DW, Peng YS, Zhang FF. Study on the change of optical zone after femtosecond laser assisted laser in situ keratomileusis. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2018; 54(1): 39-47
16. Cárdenas T, et al. Poder corneal poscirugía fotoablativa en miopes por sistema Scheimpflug Pentacam vs. método de Maloney. *Revista Cubana de Oftalmología* 2014; 27(1): 51-61.
17. Martin R, Rachidi H. Stability of posterior corneal elevation one year after myopic laser in situ keratomileusis. *Clinical and Experimental Optometry* 2012; 95(2): 177-86.
18. Grzybowski DM, Roberts CJ, Mahmoud AM, Chang JS. Model for nonectatic increase in posterior corneal elevation after ablative procedures. *Journal of Cataract & Refractive Surgery* 2005; 31(1): 72-81.
19. Reinstein DZ, et al. Arcscanning very high-frequency digital ultrasound for 3D pachymetric mapping of the corneal epithelium and stroma in laser in situ keratomileusis. *Journal Refractive Surgery* 2000; 16(4): 414-30.
20. Kawamorita T, et al. Repeatability, reproducibility, and agreement characteristics of rotating Scheimpflug photography and scanning-slit corneal topography for corneal power measurement. *Journal of Cataract & Refractive Surgery* 2009; 35: 127-33.
21. Ciolino JB, Khachikian SS, Cortese MJ, Belin MW. Long-term stability of the posterior cornea after laser in situ keratomileusis. *Journal of Cataract & Refractive Surgery* 2007; 33(8): 1366-70.

22. Sun HJ, Park JW, Kim SW. Stability of the posterior corneal surface after laser surface ablation for myopia. *Cornea* 2009; 28(9): 1019-22.
23. Dai ML, et al. Posterior corneal surface differences between non-laser in situ keratomileusis (LASIK) and 10-year post-LASIK myopic eyes. *Acta ophthalmologica* 2018; 96(2): 127-33.
24. McAlinden C, Khadka J, Pesudovs K. A comprehensive evaluation of the precision (repeatability and reproducibility) of the Oculus Pentacam HR. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 2011; 52(10).

